



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001

Escuela Politécnica de  
Enseñanza Superior

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

305000127 - Modelización Y Simulación Iii

### PLAN DE ESTUDIOS

30GM - Grado En Matematicas

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2024/25 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	5
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	10
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	14

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	305000127 - Modelización y Simulación III
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Sexto semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	30GM - Grado en Matematicas
<b>Centro responsable de la titulación</b>	30 - Escuela Politecnica De Enseñanza Superior
<b>Curso académico</b>	2024-25

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Maria Barbero Liñan (Coordinador/a)	ETSAM	m.barbero@upm.es	Sin horario. Concretar por correo electrónico.

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Geometria Diferencial De Curvas Y Superficies
- Geometría I
- Geometría Ii
- Estructuras Algebraicas
- Física
- ProgramaciÓn
- Topología
- Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Ii
- Ecuaciones Diferenciales Ordinarias I
- AnÁlisis Complejo

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Los conocimientos adquiridos en semestres anteriores.
- Capacidad lectora en inglés.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE1 - Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar propiedades en distintos campos de la Matemática, para construir argumentaciones, elaborar cálculos y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.

CE3 - Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.

CE4 - Abstraer las propiedades estructurales de objetos matemáticos, de la realidad observada o de otros ámbitos distinguiéndolas de aquellas puramente ocasionales.

CE6 - Proponer, analizar, validar e interpretar modelos matemáticos de sistemas reales, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan, explicitando las características del sistema recogidas en el modelo y las no consideradas en el mismo.

CE7 - Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y tecnologías de computación, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.

CE8 - Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas, buscar soluciones y resolver modelos matemáticos de sistemas reales.

CE9 - Desarrollar programas que ejecuten algoritmos de resolución de modelos matemáticos o aproximación numérica a la solución utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

CG2 - Reconocer la presencia de la Matemática subyacente en la Naturaleza, en la Ciencia, en la Tecnología y en el Arte. Reconocer a la Matemática como parte integrante de la Educación y la Cultura.

CG3 - Utilizar las capacidades analíticas y de abstracción, la intuición y el pensamiento lógico y riguroso desarrolladas a través del estudio de la Matemática en contextos tanto matemáticos como no matemáticos.

CG4 - Utilizar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en la definición y planteamiento de problemas y en la búsqueda de sus soluciones tanto en contextos académicos como profesionales.

CG5 - Sintetizar conocimientos y habilidades adquiridas en el campo de la matemática en diferentes materias del

plan de estudios para enfocarlas en posteriores estudios especializados, tanto en una disciplina matemática como en cualquiera de las ciencias que requieran buenos fundamentos matemáticos.

CT3 - Asumir el liderazgo para dirigir y gestionar equipos o proyectos, generando confianza y compromiso en el grupo de colaboradores.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA146 - Programar, realizar e interpretar simulaciones de los modelos utilizados

RA193 - Conocer y explicar los usos de las curvas y superficies NURBS para resolver problemas de la vida real.

RA194 - Identificar superficies mínimas en el espacio tridimensional.

RA196 - Discretizar superficies y analizar las propiedades geométricas asociadas.

RA187 - Aplicar las herramientas del cálculo diferencial al estudio de la geometría de curvas y superficies en el espacio tridimensional.

RA191 - Adquirir conocimientos básicas sobre curvas y superficies NURBS.

RA192 - Manejar programas de diseño geométrico asistido por ordenador.

RA199 - Modelar y simular problemas robóticos sencillos.

RA197 - Utilizar grupos de Lie y álgebras de Lie para describir la dinámica del sólido rígido.

RA198 - Aplicar la teoría helicoidal para describir el movimiento de manipuladores robóticos.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Esta última asignatura de Modelización y Simulación del grado pone el foco en problemas de ingeniería y arquitectura donde la geometría, tanto proyectiva como diferencial, juega un papel importante. A pesar de que a lo largo del siglo pasado se ha hecho patente la importancia del enfoque geométrico en el mundo de la ingeniería, los primeros "libros de texto" que describen geoméricamente sistemas mecánicos aparecen a principios del siglo XXI. La comunidad científica está haciendo un gran esfuerzo a nivel internacional para construir puentes entre matemáticos, ingenieros y arquitectos, puesto que los equipos interdisciplinarios impulsan grandes avances en la ciencia.

Con esto en mente, la asignatura se ha estructurado en dos grandes bloques. En primer lugar será necesario introducir curvas y superficies de forma libre utilizadas en programas de diseño geométrico asistido por ordenador para poder ahondar en sus aplicaciones tanto en arquitectura e ingeniería como en ciencias de materiales. El segundo bloque se centra en el estudio de métodos geométricos en robótica. Un sólido rígido está determinado por la posición del centro de masas y la orientación. La variedad de configuración más adecuada para describir la dinámica asociada al sólido rígido es un grupo de Lie y su correspondiente álgebra de Lie para describir el movimiento. Una vez introducida esta variedad de configuración, será posible modelizar manipuladores robóticos, vehículos móviles e incluso sistemas multiagentes.

Al ser una asignatura de Modelización y Simulación, se alternarán lecciones magistrales, junto con las clases de problemas y laboratorio en las cuales el alumnado será el principal protagonista. Además los propios estudiantes deberán preparar y presentar algunos de los contenidos del temario con las indicaciones de la profesora.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Diseño geométrico asistido por ordenador
  - 1.1. Curvas de forma libre
  - 1.2. Superficies de forma libre
  - 1.3. Aplicaciones
2. Modelización de superficies mínimas
  - 2.1. Problema de Plateau
  - 2.2. Caracterizaciones diferenciales y geométricas
  - 2.3. Ejemplos de superficies mínimas
  - 2.4. Discretización de superficies mínimas
3. Métodos geométricos en robótica
  - 3.1. Dinámica del cuerpo rígido: grupos y álgebras de Lie.
  - 3.2. Manipuladores robóticos: teoría helicoidal.
  - 3.3. Cinemática y dinámica de los manipuladores.
  - 3.4. Robots móviles y drones.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Introducción al diseño geométrico asistido por ordenador.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Curvas de forma libre.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Introducción a Grasshopper: curvas de forma libre</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
3	<b>Superficies de forma libre.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Resolución de problemas de curvas de forma libre.</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Grasshopper: curvas de forma libre</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
4	<b>Superficies de forma libre.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Resolución de problemas de superficies de forma libre</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  <b>Grasshopper: superficies de forma libre.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	<b>Aplicaciones de las curvas y superficies de forma libre en ingeniería y arquitectura.</b> Duración: 02:00 INV: Aprendizaje basado en investigación	<b>Grasshopper: superficies de forma libre.</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
6	<b>Problema de Plateau. Caracterización diferencial y geométrica de superficies mínimas</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Examen teórico de curvas y superficies de forma libre.</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		<b>Control sobre curvas y superficies forma libre.</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00
7	<b>Ejemplos de superficies mínimas</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Presentación de las aplicaciones de diseño geométrico asistido por ordenador en la vida real.</b> Duración: 03:00 AIV: Aula invertida		<b>Presentación de las aplicaciones investigadas en diseño geométrico asistido por ordenador en la vida real</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00

8	<p><b>Discretización de superficies.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Aplicaciones de superficies mínimas en ingeniería y arquitectura.</b> Duración: 02:00 INV: Aprendizaje basado en investigación</p>	<p><b>Grasshopper: Discretización de superficies.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
9	<p><b>Introducción a métodos geométricos en robótica</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Desarrollo de la modelización del trabajo en grupo de superficies.</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		
10	<p><b>Grupos y álgebras de Lie.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Examen práctico de Grasshopper.</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Desarrollo de la modelización del trabajo en grupo de superficies.</b> Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		<p><b>Práctica con software de diseño geométrico asistido por ordenador.</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
11	<p><b>Manipuladores robóticos: teoría helicoidal.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Desarrollo de la modelización del trabajo en grupo de superficies.</b> Duración: 03:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		<p><b>Entrega del fichero del trabajo en grupo de modelización de superficies.</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
12	<p><b>Grupos y álgebras de Lie: sólido rígido.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Resolución de problemas de manipuladores robóticos.</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		
13	<p><b>Cinemática y dinámica de los manipuladores</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Resolución de problemas de cinemática</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		
14		<p><b>Control sobre métodos geométricos en robótica.</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>Modelización de manipuladores robóticos.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Desarrollo de la modelización y simulación del trabajo en grupo sobre métodos geométricos en robótica.</b> Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		<p><b>Control sobre métodos geométricos en robótica.</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
15	<p><b>Robots móviles y drones.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Desarrollo de la modelización y simulación del trabajo en grupo sobre métodos geométricos en robótica.</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>		

16		<p><b>Desarrollo de la modelización y simulación del trabajo en grupo sobre métodos geométricos en robótica.</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p> <p><b>Presentación del trabajo de métodos geométricos en robótica.</b> Duración: 03:00 AIV: Aula invertida</p>		<p><b>Presentación del trabajo en grupo de métodos geométricos en robótica.</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>Entrega de la memoria y ficheros del trabajo en grupo de métodos geométricos en robótica.</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p> <p><b>Asistencia regular y participación en el aula.</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:00</p>
17				<p><b>Examen teórico-práctico.</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 00:00</p>

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
6	Control sobre curvas y superficies forma libre.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:00	10%	3 / 10	CG3 CE1 CE7
7	Presentación de las aplicaciones investigadas en diseño geométrico asistido por ordenador en la vida real	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:00	10%	/ 10	CG5 CG2 CG3 CE1 CE3 CE4 CE8
10	Práctica con software de diseño geométrico asistido por ordenador.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:00	10%	3 / 10	CE3 CE7 CE8
11	Entrega del fichero del trabajo en grupo de modelización de superficies.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	20%	/ 10	CG2 CG3 CT3 CE1 CE3 CE4 CE6
14	Control sobre métodos geométricos en robótica.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:00	10%	3 / 10	CG3 CE1 CE6 CE7
16	Presentación del trabajo en grupo de métodos geométricos en robótica.	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:00	10%	/ 10	CG5 CG2 CE1 CE6
16	Entrega de la memoria y ficheros del trabajo en grupo de métodos geométricos en robótica.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	25%	/ 10	CG5 CG2 CE1 CE3 CE6 CE8 CE9

16	Asistencia regular y participación en el aula.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	5%	/ 10	
----	--	---	------------	-------	----	------	--

### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen teórico-práctico.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:00	100%	5 / 10	CG5 CG2 CG3 CE1 CE3 CE4 CE6 CE7 CE8 CE9

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen teórico-práctico.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:00	100%	5 / 10	CG5 CG2 CG3 CE1 CE3 CE4 CE6 CE7 CE8 CE9

## 7.2. Criterios de evaluación

La evaluación progresiva (EP) constará de:

- Dos pruebas escritas que cada una tendrá un peso del 10% de la nota final, será necesario obtener un 3 como nota mínima en cada una de ellas.
- Una prueba práctica de diseño geométrico asistido por ordenador que tendrá un peso del 10% de la nota final, será necesario obtener un 3 como nota mínima.
- Tres trabajos de distinta naturaleza que tendrán un peso total del 65% de la nota final. Se realizará un trabajo por cada tema de los contenidos.
- Asistencia regular a clase, participación en el aula y entrega de ejercicios propuestos que tendrá un peso del 5%.

Para optar a la evaluación progresiva es obligatorio haber realizado todas las pruebas escritas, prácticas y haber entregado todos los trabajos.

La distribución de pruebas escritas, prácticas, entregas y presentaciones individuales o en equipo que aparece en el cronograma es orientativa. Se podrá modificar en función de las necesidades del semestre.

Los alumnos que tengan nota de EP mayor o igual que 5 sobre 10 habrán aprobado la asignatura

Aunque es esperable que esta asignatura se apruebe por evaluación progresiva, habrá una prueba global en la convocatoria ordinaria y en la extraordinaria según calendario de exámenes publicado por la ETSIAAB que consistirá en una prueba escrita y práctica con un peso del 100%

Las calificaciones se expresarán numéricamente según el artículo 5 del real Decreto 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Leonardo Fernández. Diseño Geométrico Asistido por Ordenador, UPM Press, 2021	Bibliografía	Libro de texto para el tema 1.
George Farin. Curves and Surfaces for CAGD. A Practical Guide, Morgan Kaufmann, 2002.	Bibliografía	Libro complementario para el tema 1.
Richard Courant. Dirichlet's Principle, Conformal Mapping, and Minimal Surfaces, Dover, 2005 (1ª edición 1950).	Bibliografía	Libro para el tema 2.
A. T. Fomenko, A. A. Tuzhilin. Elements of the Geometry and Topology of Minimal Surfaces in Three-Dimensional Space, American Mathematical Soc., 2005.	Bibliografía	Libro para el tema 2.
Alexander I. Bobenko, Yuri B. Suris. Discrete Differential Geometry: Integrable Structure, American Mathematical Soc., 2008.	Bibliografía	Libro para el tema 2.
Helmut Pottmann, Johannes Wallner. Computational Line Geometry, Springer, 2001.	Bibliografía	Libro para los temas 1 y 2.

A. Gray, E. Abbena, S. Salomon, Modern differential Geometry of Curves and Surfaces with MATHEMATICA. Chapman & Hall/CRC, 2006.	Bibliografía	Libro para los temas 1 y 2.
K. M. Lynch, F. C. Park, Modern Robotics. Mechanics, planning and control, Cambridge University Press, 2017.	Bibliografía	Libro para el tema 3.
R. Murray, Z. Li, A. Sastry: A mathematical introduction to robotic manipulators, CRC Press, 1994.	Bibliografía	Libro para el tema 3.
J. M. Selig, Geometric Fundamentals of Robotics, Springer, 1996.	Bibliografía	Libro para el tema 3.
Grasshopper y GhPython.	Otros	Software de diseño geométrico asistido por ordenador.
MatLab/Python	Otros	Programa de cálculo numérico.

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

La comunicación con los estudiantes se realizará siempre a través de la cuenta @alumnos.upm.es. El canal de comunicación de la asignatura será Moodle.

La asignatura está relacionada con los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible:

- ODS 4: Educación de calidad.
- ODS 5: Igualdad de género.
- ODS 9: Industria, innovación e infraestructura.
- ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos.